

⑩日本国特許庁(JP)

訂正有り  
⑪特許出願公開

⑫公開特許公報(A) 平2-55338

⑬Int.Cl.<sup>5</sup>

G 02 F 1/136  
G 09 F 9/30  
H 01 L 29/784

識別記号

5 0 0  
3 3 8

庁内整理番号

7370-2H  
8838-5C

⑭公開 平成2年(1990)2月23日

8624-5F H 01 L 29/78 3 1 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全10頁)

⑮発明の名称 反射型アクティブマトリックスアレイ

⑯特 願 昭63-207622

⑰出 願 昭63(1988)8月22日

⑱発明者 高原 博司 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

⑲出願人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地

⑳代理人 弁理士 粟野 重幸 外1名

明細書

1、発明の名称

反射型アクティブマトリックスアレイ

2、特許請求の範囲

(1) 反射型アクティブマトリックスアレイであつて、第1の反射電極の下層に導電物質からなる第1の接続電極と前記第1の反射電極と近傍の第2の反射電極の下層に導電物質からなる第2の接続電極と前記第1の接続電極と第2の接続電極とを電気的に接続する配線を具備し、かつ前記接続電極および配線は前記反射電極と電気的に絶縁状態に構成されたことを特徴とする反射型アクティブマトリックスアレイ。

(2) 第1および第2の接続電極上に前記接続電極を構成する物質と異なる沸点または融点を持つ金属材料からなる金属薄膜が形成されたことを特徴とする請求項(1)記載の反射型アクティブマトリックスアレイ。

(3) 第1の接続電極と第2の接続電極間にアクティブマトリックスアレイのゲート信号線また

はソース信号線が形成されていないことを特徴とする請求項(1)記載の反射型アクティブマトリックスアレイ。

(4) 反射電極に信号を印加するスイッチング素子は2端子素子あるいは3端子素子であり、前記素子が有する端子のうち少なくとも一端子を反射電極またはスイッチング素子に信号を印加する信号線から切り離せる切断部位を具備することを特徴とする請求項(1)記載の反射型アクティブマトリックスアレイ。

(5) 少なくとも1つの切断部位上に反射電極が形成されていないことを特徴とする請求項(4)記載の反射型アクティブマトリックスアレイ。

3、発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明はアクティブマトリックス型液晶表示装置に用いる反射型アクティブマトリックスアレイに関するものである。

従来の技術

近年、液晶表示装置の総素数増大に伴って、走

## 特開平2-55338(2)

査数が増え、従来から用いられている単純マトリックス液晶表示装置では表示コントラストや応答速度が低下するため、各論素にスイッチング素子を配置したアクティブマトリックス型液晶表示装置が利用されつつある。また前記アクティブマトリックス液晶表示装置には光を透過して表示をおこなう透過型と反射して表示をおこなう反射型の2種類がある。透過型アクティブマトリックス液晶表示装置には透過型アクティブマトリックスアレイが、反射型アクティブマトリックス液晶表示装置には反射型アクティブマトリックスアレイが用いられる。しかしながら、アクティブマトリックスアレイには一枚の基板上に数万個以上の論素駆動用のスイッチング素子、たとえば薄膜トランジスタ（以後、TFTと呼ぶ。）を形成する必要がある。したがってすべての TFT を黒欠陥で形成することは困難である。そこで作製されたアクティブマトリックスアレイに修正を加え、歩留まりをあげることのできるアクティブマトリックスアレイが待ち望まれていた。

4 d は TFT のゲート端子、5 a - 5 d は TFT のドレイン端子、7 a - 7 d は反射電極とドレイン端子とを接続するためのコンタクトホール、8 a - 8 d は反射電極、1 1 は絶縁基板、1 2 は絶縁体膜である。ここで反射型アクティブマトリックスアレイの図面において拡大あるいは縮小した部分が存在する。また反射電極の形成された面を裏面、絶縁基板の方を裏面と呼ぶことにする。以上のこととは以下の図面においても同様である。

従来の反射型アクティブマトリックスアレイではソース信号線に接続されたソース端子とゲート信号線に接続されたゲート端子およびドレイン端子で TFT が構成され、前記ドレイン端子はコンタクトホールを通じて反射電極に接続されている。ゲート信号線およびソース信号線に印加する信号により TFT は制御され、所定の電圧を反射電極に印加する。第 13 図は従来の反射型アクティブマトリックスアレイの等価回路図である。第 13 図において G<sub>1</sub> - G<sub>2</sub> はゲート信号線、S<sub>1</sub> - S<sub>2</sub> はソース信号線、T<sub>1</sub> - T<sub>2</sub> は TFT、P<sub>1</sub> - P<sub>2</sub>

次に TFT の欠陥について説明する。ここでは TFT のドレイン端子が反射電極に接続されているものとして説明する。TFT の欠陥には 3 種類ある。第 1 番目は TFT のソース・ゲート間短絡欠陥であり、表示としては黒欠陥と呼ばれる表示モードになる。第 2 番目は TFT のゲート・ドレイン間短絡欠陥であり、表示としては黒欠陥とよばれる論素欠陥になる。最後は TFT のソース・ドレイン間短絡欠陥であり、表示としては白欠陥とよばれる論素欠陥になる。前述の欠陥は液晶表示装置の表示品位を低下させるため、修正をおこなう必要がある。

以下、従来の反射型アクティブマトリックスアレイについて説明する。第 11 図は従来の反射型アクティブマトリックスアレイの平面図である。また第 12 図(1)は第 11 図の G G' 線による断面図、第 12 図(2)は第 11 図の H H' 線での断面図である。第 11 図および第 12 図(1)、(2)において 1 a - 1 c はソース信号線、2 a - 2 c はゲート信号線、3 a - 3 d は TFT のソース端子、4 a -

は反射電極である。また第 14 図は反射型アクティブマトリックスアレイに対向電極基板などを取り付け、液晶表示装置として組み立てた後の断面図である。第 14 図において、29 は反射電極の裏面に形成された配向膜、30 は液晶、33 はガラスなどの透明基板、32 は透明基板 33 上に形成されたITOからなる透明電極、31 は透明電極 32 上に形成された配向膜である。動作としては、反射電極に印加された電圧により液晶 30 は変化する。ガラス基板 33 から入射した光は前記液晶 30 により偏光され、反射電極で反射される。前記反射された光により映像が写しだされる。

次に従来のアクティブマトリックスアレイの修正方法について説明する。TFT に欠陥が発生した場合、比較的めだちにくい黒欠陥にする方法がとられていた。前記修正方法としては TFT にレーザなどを照射し、TFT を破かいすることにより行なわれていた。

## 発明が解決しようとする課題

しかしながら従来のアクティブマトリックスア

## 特開平2-55338(3)

レイおよびその修正方法では、線欠陥および白欠陥を黒欠陥にすることしかできなかった。前記黒欠陥は当然のことながら欠陥は欠陥であり、表示品質を著しく悪化させる。またTFT全体を破かいするため、レーザなどによりTFT全体を剥離し、上層の反射電極と短絡する危険性が非常に高い。前述の短絡が発生すれば、ほとんどの場合線欠陥となり、アレイを教さいする方法はない。またレーザの照射状態によってはTFTのゲートのみが切断されフローティング状態となり、TFTが異常な信号を反射電極にかきこみレーザ照射前の状態よりも悪化させることも多い。したがって、従来の反射型アクティブマトリックスアレイでは修正はほとんどおこなわれていないのが現状であった。ゆえに非常に歩留りが悪く、高コストになり、また粒数が数万個以上となると、まず1枚のアレイ上のTFTをすべて無欠陥に製造するのは不可能であった。

本発明は上記問題点に鑑み、映像を表示した際、視覚には全く無欠陥とみえるように修正すること

のできる反射型アクティブマトリックスアレイを提供するものである。

## 課題を解決するための手段

上記課題を解決するため、本発明の反射型アクティブマトリックスアレイは、第1の反射電極の下層に導電物質からなる第1の接続電極と前記第1の反射電極と近傍の第2の反射電極の下層に導電物質からなる第2の接続電極と前記第1の接続電極と第1の接続電極とを電気的に接続する配線し、かつ前記接続電極および配線は前記反射電極と電気的に絶縁状態に構成されたものである。

## 作用

本発明の反射型アクティブマトリックスアレイに形成されたスイッチング素子に不良が発生している場合、まず前記スイッチング素子が駆動している第1の反射電極に電圧が印加されないようにスイッチング素子と第1の反射電極を切り離す。つぎに切り離された第1の反射電極の下層に形成された第2の接続電極にアクティブマトリックスアレイの裏面からレーザを照射し、第1の接続電

極と上層の第1の反射電極と接続する。また前記第1の反射電極に隣接した第2の反射電極の下層に形成された第2の接続電極にアクティブマトリックスアレイの裏面からレーザを照射し第2の接続電極と上層の第2の反射電極と接続する。すると前記第1の反射電極には第2の反射電極を駆動するスイッチング素子により電圧が印加されるようになる。つまり1つのスイッチング素子が2つの反射電極に位置する絵素は同一表示をおこなうことになるが、テレビ画像の動画の場合、隣接した絵素とはほとんど色、輝度が同一のため、視覚的には正常点燈にみえる。また、通常スイッチング素子の駆動能力は大きめに設計されるので、1スイッチング素子は2つの反射電極も十分駆動できる。

## 実施例

以下、本発明の一実施例の反射型アクティブマトリックスアレイについて図面を参照しながら説明する。

第1図は本発明の反射型アクティブマトリック

スアレイの裏面からみたときの平面図である。また第2図(a)は第1図のAA'線での断面図であり、第2図(b)は第1図のBB'線での断面図である。第1図および第2図(a)、(b)において1-3はガラスなどの绝缘基板、1a-1cはソース信号線、2a-2bはソース信号線、3a-3dはTFTのソース端子、4a-4dはTFTのゲート端子、5a-5dはTFTのドレイン端子、6a-6dはTFTのドレイン端子と反射電極とを接続するための配線(以後、反射電極配線と呼ぶ。)、7a-7dはコンタクトホール、8a-8dは反射電極、10a-10bは隣接した反射電極の下層に形成された電極(以後、接続電極と呼ぶ。)、11a-11bは前記接続電極上に形成された金属材料からなる金属薄膜、12a-12dは前記接続電極を電気的に接続する配線(以後、接続配線と呼ぶ。)、14はSiNxなどで形成された绝缘体膜である。

第1図および第1図(a)、(b)で明らかなように、TFTのドレイン端子は反射電極素子により反射

## 特開平2-55338(4)

電極に接続されている。各反射電極の下端には各2個の接続電極が形成されている。前記接続電極はTi、Al、Crなどの金属薄膜で形成され、その膜厚は500Å以上必要であり、好ましくは2000Å以上あることが望ましい。接続電極上には接続電極と異なる金属で金属薄膜が形成される。前記金属薄膜材料としてAlなどが好ましく、その膜厚は1000Å以上ある方が好ましい。またTFTの各端子にくびれを形成している。前記くびれは加工手段による切断性をよくするためのもので、加工手段がレーザを用いる場合、そのビーム径よりも狭く形成するのが好ましい。接続電極を接続する配線はソース信号線とまじわるため、前記ソース信号線と電気的絶縁を保つため、绝缘薄膜15を形成している。

本発明の反射型アクティブライタリックスアレイの製造方法としては、绝缘基板13上にTFTのゲート端子および接続電極などを形成し、つぎに金属薄膜などを形成する。その後SiNxなどの绝缘体膜14を形成する。次にコンタクトホール

の大穴加工をおこない、その後反射電極を形成するため、主としてAlからなる薄膜を形成する。最後に反射電極をエッティングにより接続端子と分離し完成する。

第3図は本発明の第1の実施例における反射型アクティブライタリックスアレイの等価回路図である。第3図において、16はソース信号線、17はゲート信号線、18は接続配線、19は反射電極、20は接続電極、21はTFTである。

各TFT21は反射電極19に接続され、また前記反射電極の下方に隣接した反射電極の下端に形成された接続電極に接続されている。

なお、反射電極配線を形成するとしたが、これはTFTのドレイン端子を含めたものと考えてもよい。

次に本発明の反射型アクティブライタリックスアレイの修正方法について説明する。まず第4図は第1図のBB'線での断面図である。第4図において、19はYAGなどのレーザ光あるいはキセノンランプなどの光源からの光を集束させたレー

ザ光の軌跡（以後、光線と呼ぶ。）である。本発明の反射型アクティブライタリックスアレイの修正をおこなうために、加工手段（図示せず）が発生する光線を绝缘基板13を透過させ、加工位置の構成物質を加熱することによりおこなう。第5図は反射型アクティブライタリックスの平面図を示している。第5図において、23、24および25は光線の照射位置（以後、照射位置とよぶ。）、21aおよび21bはTFTである。なお、第5図ではTFT21bにソース・ドレイン間短絡欠陥（以後、白欠陥と呼ぶ。）またはゲート・ドレイン間短絡欠陥（以後、黒欠陥と呼ぶ。）が発生した場合に修整をおこなったところを示している。

まず欠陥が発生したTFT21bから反射電極8bに電圧が印加されないように、反射電極配線6bを照射位置23で切断する。前記切断の際、上層に形成されている反射電極8bに短絡させないように、光線のパワーを極力低くし、複数回にわけて同一箇所に照射する。前記加工手段にレーザを用いる場合、反射電極配線の構成物質に吸収

されにくい波長のものが好ましく、YAGレーザなどが最適である。また、パルス数は2パルス以上照射位置23に照射して切断するのがよく、好ましくは5パルス以上で切断できるようにレーザパワーを調整するのがよい。

次に照射位置24および25にレーザ光を照射し、接続電極10bと上層に形成された反射電極8aおよび接続電極10cと上層に形成された反射電極8bとを接続する。前記加工にレーザを用いる場合、接続電極の構成物質に吸収されやすい波長のものが好ましく、YAGレーザの第2高周波などが最適である。また、レーザパワーは1パルスあたりのエネルギーを強くし、極力パルス数を少なくする方が良好に接続することができる。また、YAGレーザの1.06μmの波長のものを用いてもよいが、その際には前記照射位置23に印加したレーザパルスの2倍程度のレーザパワーを印加すればよい。まずレーザ光は接続電極10aを印加する。すると前記接続電極を構成する金属は溶解あるいは蒸発し、さらにレーザ光はさらに

## 特開平2-55338(5)

上層の金属薄膜を加熱する。

その際、接続電極と金属薄膜の構成物質の融点などが異なるため、どちらかの構成物質が融解状態のまま、絶縁体膜14をやぶり、上層の反射電極にぶちあたり良好に接続される。

つまり、照射位置23を加工する際は前記位置の構成物質を極力蒸発させないように弱いレーザパワーを複数回にわけて照射し、照射位置24および25を加工する際は強いレーザパワーを印加し、構成物質を蒸発させ、接続電極および金属薄膜の剥離などにより反射電極と接続させる。

第7図(a)、(b)は、修正が終了したときの反射型アクティブマトリックスの断面図である。なお、第7図(a)は第5図のCC'線での断面図、第7図(b)は第5図のDD'線での断面図である。第7図(a)、(b)であきらかなように加工位置23は電気的に切断されており、照射位置24および25は絶縁体膜14を破かいし、上層の反射電極8aおよび8cと接続されている。

なお、照射位置23を加工し、つぎに照射位置

整を續っても、端子または配線が上層の反射電極と短絡するおそれがない。ゆえに、レーザパワーの調整に精度を必要とせず、またアレイの修整の際、不良品を生じさせるという問題点がなくなる。その上、本発明の第2の実施例では接続配線とソース信号線が交差する部位がないように構成されている。したがって第1の実施例のようにソース信号線上に形成された絶縁薄膜15にピンホールが生じ、前記ピンホールを通じて接続配線とソース信号線と短絡するという問題点がなくなり、さらに絶縁薄膜15を形成する工程が不要であるという効果がある。なお第10図は本発明の第2の実施例における反射型アクティブマトリックスアレイの等価回路図である。

なお接続電極は金属材料で形成するとしたが、これに限るものではなく、たとえばレーザ光の吸収性のよいアモルファスシリコンなどを用いてもよい。

また接続配線は隣接した反射電極の下層に形成されている接続電極を接続するとしたがこれに限

24、25を加工するとしたが、前記工程の順序が逆でもよいことはいうまでもない。また、TFT21bにゲート・ソース間短絡欠陥（以後、接欠陥と呼ぶ。）が発生している場合は、TFT21bのソース端子3bとゲート端子4bまたはドレン端子5bを切断する。

以上の修正方法は、以下の発明の反射型アクティブマトリックスアレイにおいても同様である。

以下、本発明の第2の実施例の反射型アクティブマトリックスアレイについて説明する。第8図は本発明の第2の実施例の反射型アクティブマトリックスアレイの平面図である。第8図において26、27および28は加工位置である。第9図(a)は第8図のEE'線での断面図、第9図(b)は第8図のFF'線での断面図である。第2の実施例では反射電極配線およびTFTのゲート端子の上層に反射電極が形成されていない。したがって、加工位置26またはゲート端子にレーザ光などを照射し切断する際、切断部の絶縁体膜14にピンホールなどが生じていてもまたレーザパワーの調

るものではなく、近傍の反射電極の下層に形成された接続電極間を接続するものでもよいことは明らかである。

また、本発明の実施例において、スイッチング素子はTFTとしたがこれに限るものではなく、たとえばダイオードなどの2端子素子でもよい。

また第1の実施例においてソース信号線上に絶縁薄膜15を形成して接続配線を形成するとしたがこれに限るものではなく、たとえばゲート信号線上に絶縁薄膜15を形成して接続配線を形成してもよいことはいうまでもない。

## 発明の効果

本発明の反射型アクティブマトリックスアレイは、スイッチング素子の端子のうち1端子以上を切断できるように構成し、また各反射電極の下層に接続電極および接続配線を形成したものである。したがって本発明の反射型アクティブマトリックスアレイの修正方法は、まず不良スイッチング素子の端子を切断し、前記スイッチング素子が反射電極に信号を印加しないようにする。次に、前記

## 特開平2-55338(6)

反射電極の下層に形成されている接続電極および隣接した反射電極の下層に形成された接続電極にレーザ光などを照射し、接続電極と反射電極を接続する。以上の方針により、不良スイッチング素子が接続されていた反射電極は隣接したスイッチング素子により正常に駆動されるようになる。以上の反射型アクティブマトリックスアレイおよびその修正方法により、ほぼすべてのスイッチング素子の欠陥を教さいできることになり、前記アレイの歩留まりは、100%近くに上昇する。したがって反射型アクティブマトリックスアレイの製造コストを大幅に低減させることができる。このことは、一アレイ上に形成する素子数が増大するほど最大になり、今まで、良品が一枚も製造できなかつたような数10万素子のものでも容易に製造できるようになるという大きな効果を有する。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図、第5図は本発明の第1の実施例における反射型アクティブマトリックスアレイの平面図、第2図(a), (b), 第4図は第1図の断面図、第3図、

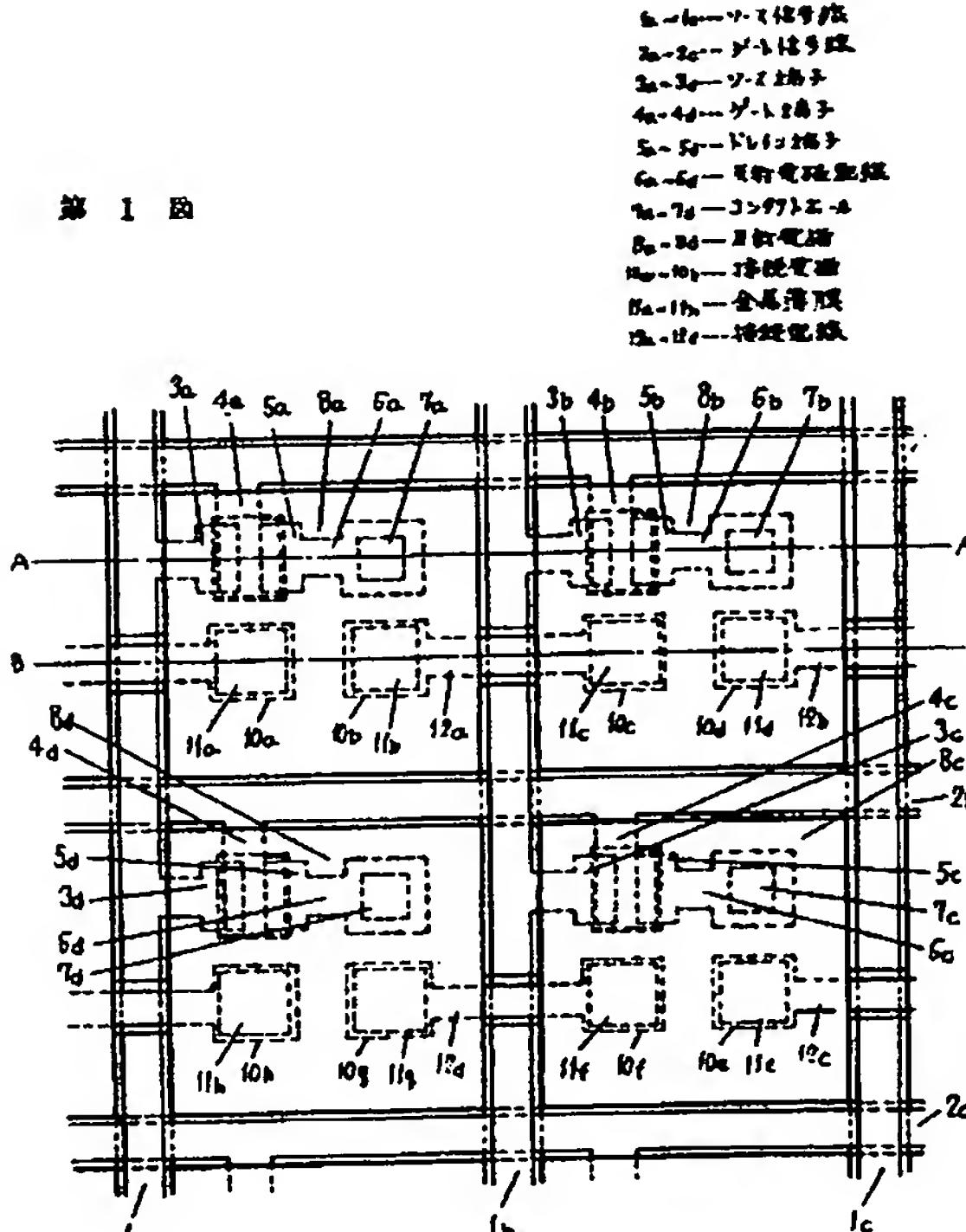
第6図は本発明の第1の実施例における反射型アクティブマトリックスアレイの等価回路図、第7図(a), (b)は第5図の断面図、第8図は本発明の第2の実施例における反射型アクティブマトリックスアレイの平面図、第9図(a), (b)は第8図の断面図、第10図は本発明の第2の実施例における反射型アクティブマトリックスアレイの等価回路図、第11図は従来の反射型アクティブマトリックスアレイの平面図、第12図(a), (b)は第11図の断面図、第13図は従来の反射型アクティブマトリックスアレイの等価回路図、第14図は液晶表示装置の断面図である。

1a - 1c ---ソース信号線、2a - 2c ---ゲート信号線、3a - 3d ---ソース端子、4a - 4d ---ゲート端子、5a - 5d ---ドレイン端子、6a - 6d ---反射電極配線、7a - 7d ---コンタクトホール、8a - 8f ---反射電極、9a - 9d ---接続配線、10a - 10h ---接続電極、11a - 11h ---金属薄膜、12a - 12d ---接続配線、13 ---绝缘基板、14 ---

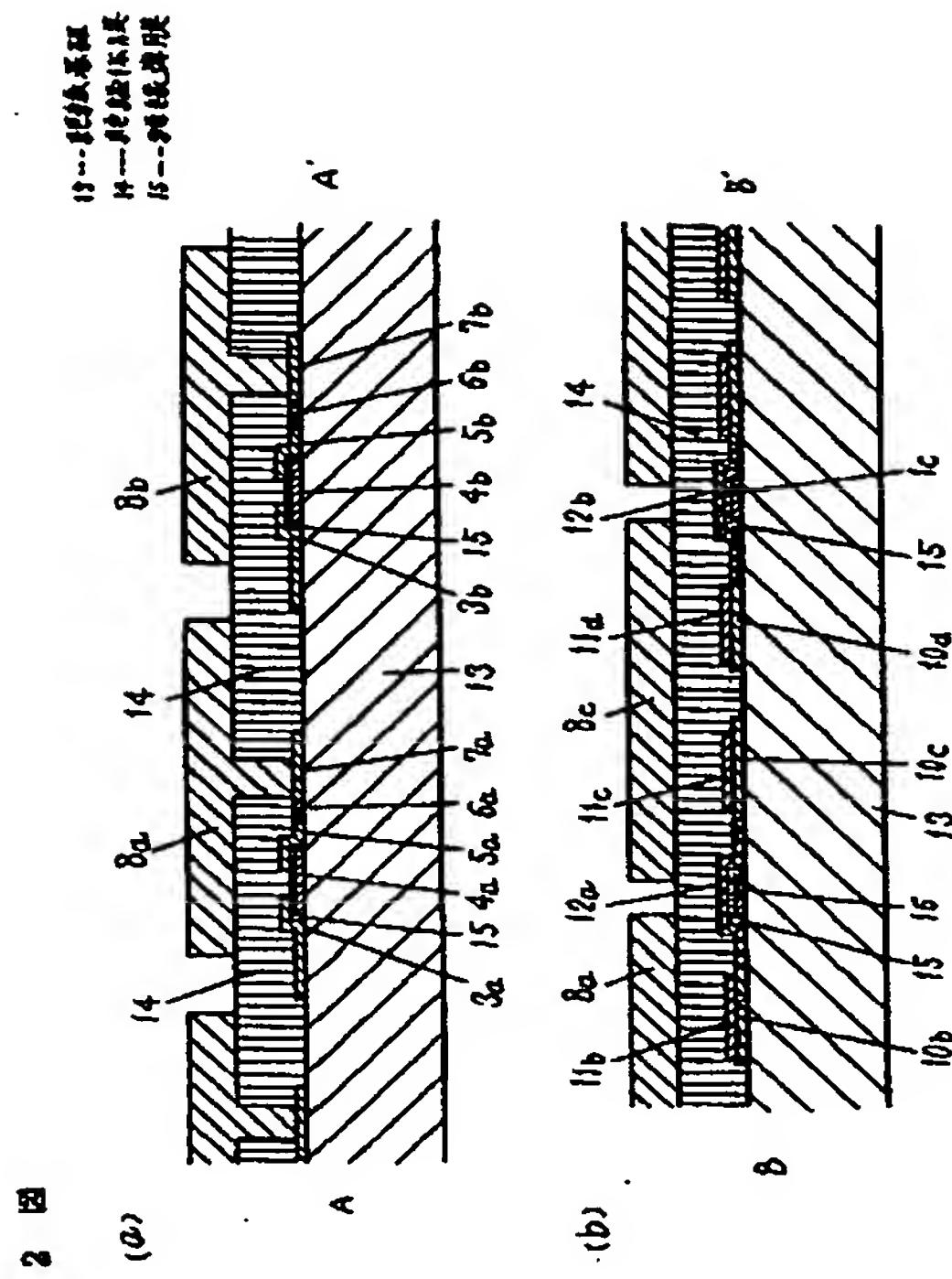
---绝缘体膜、15 ---绝缘薄膜、16 ---ソース信号線、17 ---ゲート信号線、18 ---接続配線、19 ---反射電極、20 ---接続電極、21, 21a, 21b ---TFT、22 ---レーザ光の軌跡、23, 24, 25, 26, 27, 28 ---照射位置、G<sub>1</sub> ~ G<sub>4</sub> ---ゲート信号線、S<sub>1</sub> ~ S<sub>4</sub> ---ソース信号線、T<sub>1</sub> ~ T<sub>4</sub>, P<sub>1</sub> ~ P<sub>4</sub> ---反射電極、29, 31 ---配向膜、30 ---液晶、33 ---透明基板、32 ---対向電極。

代理人の氏名 弁理士 粟野重孝 ほか1名

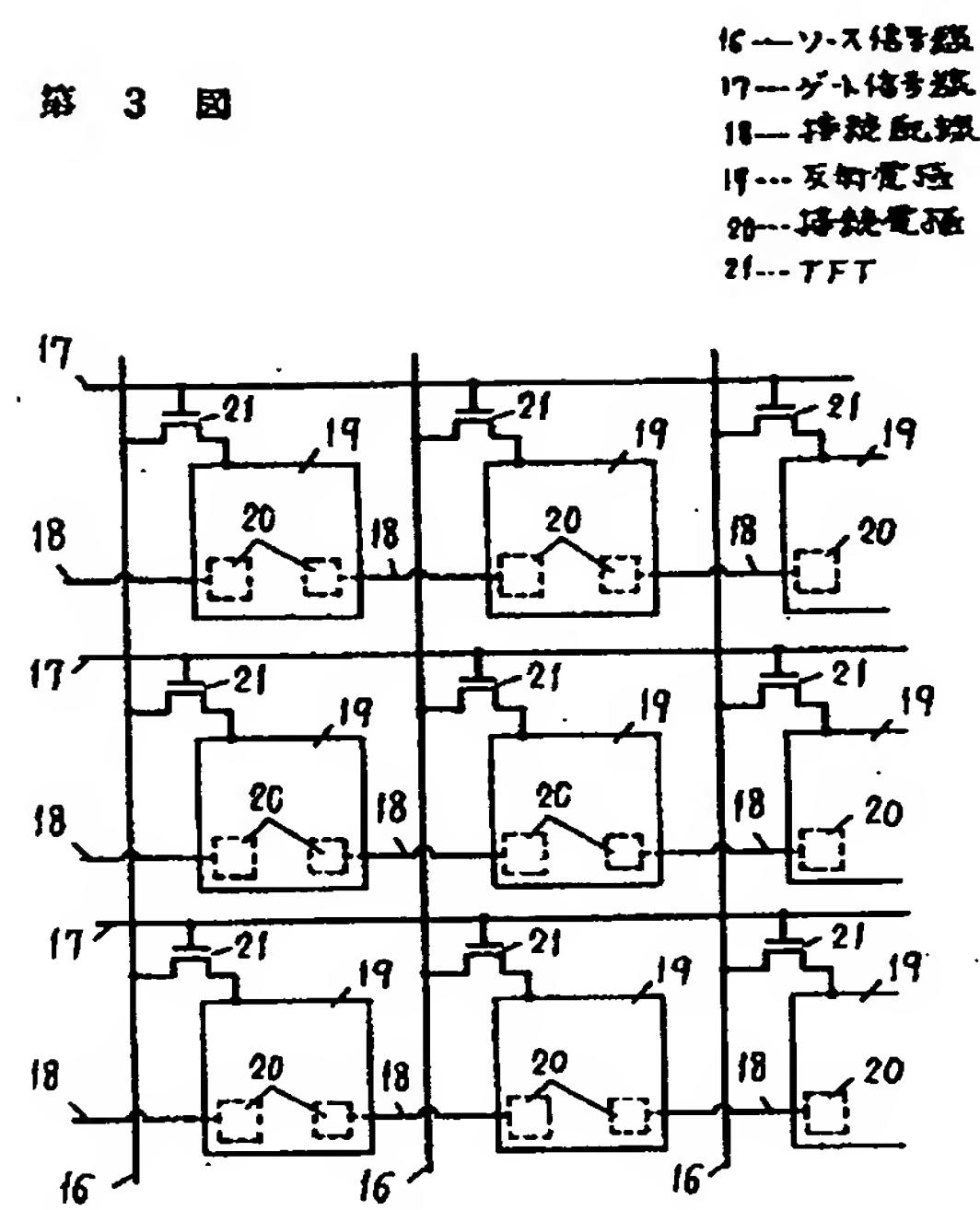
第1図



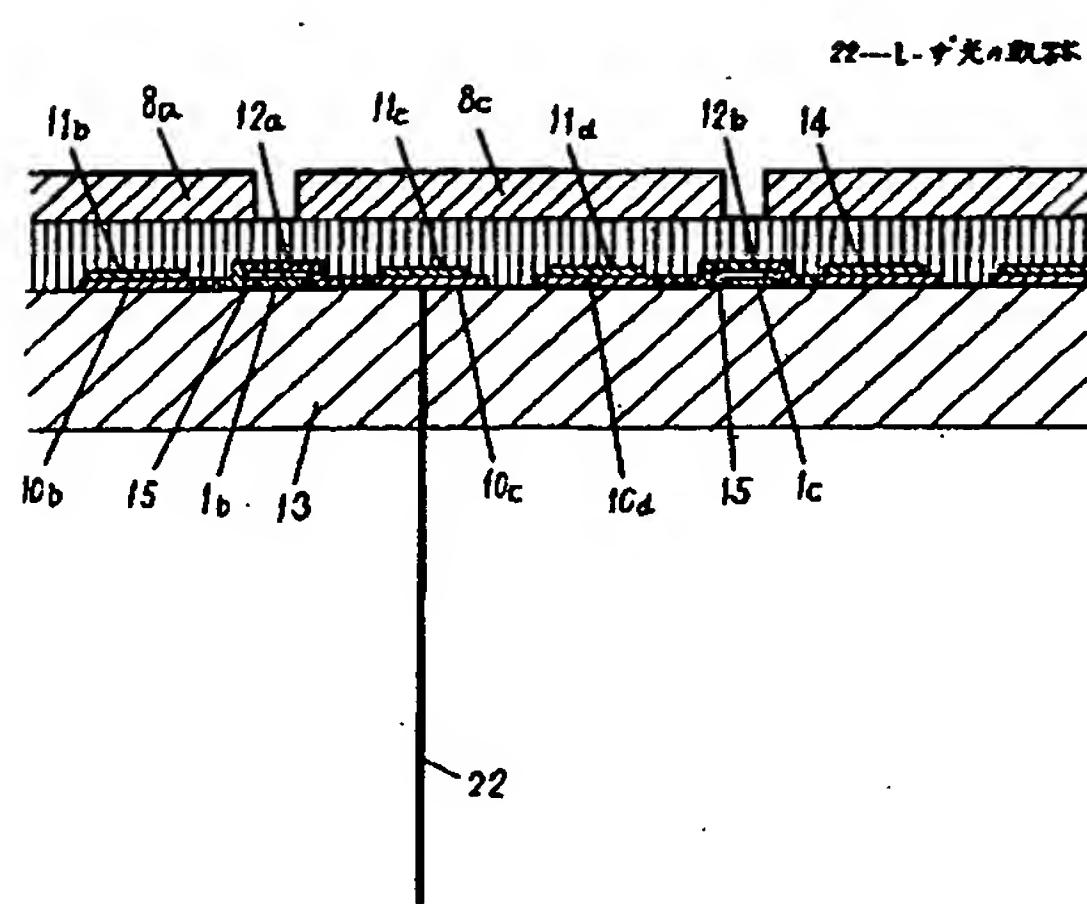
特開平2-55338(7)



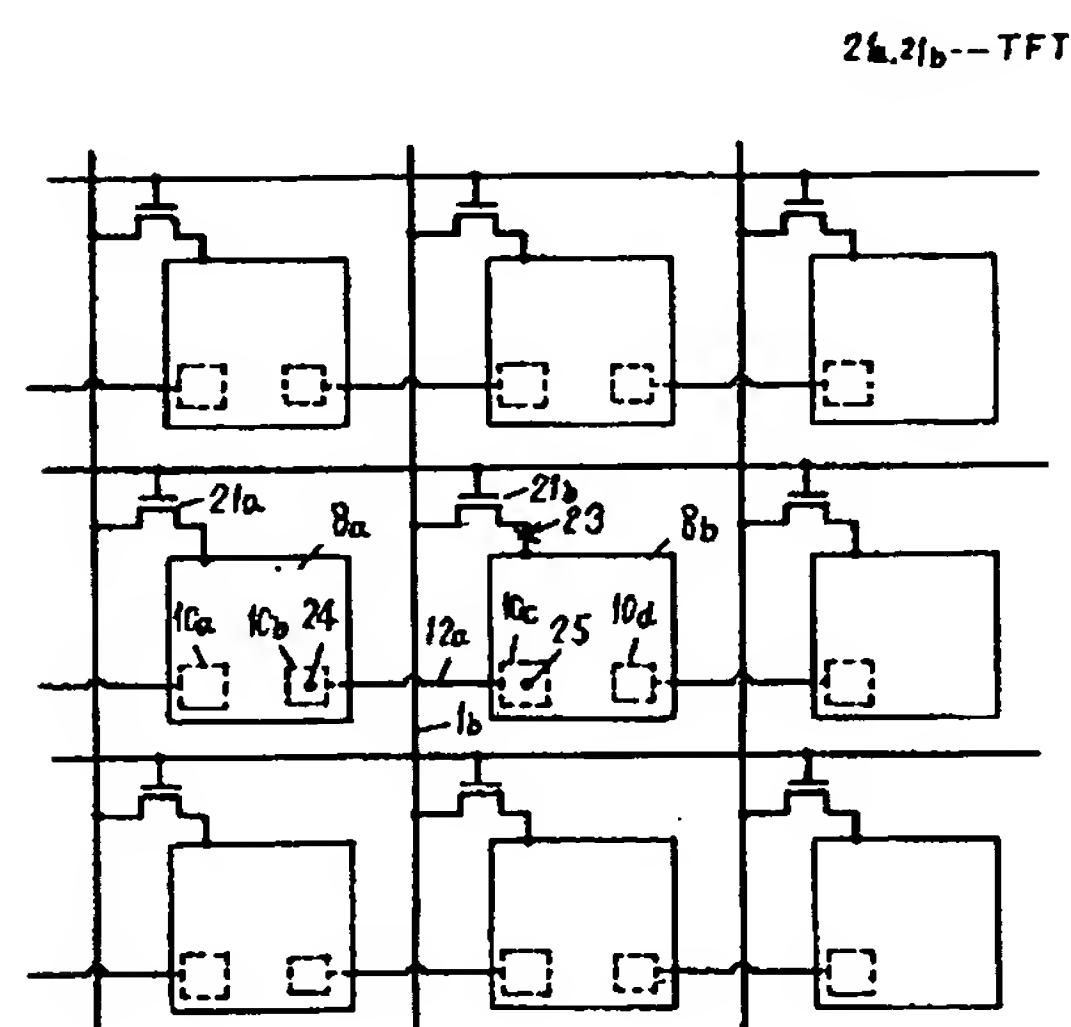
第3図



第4図



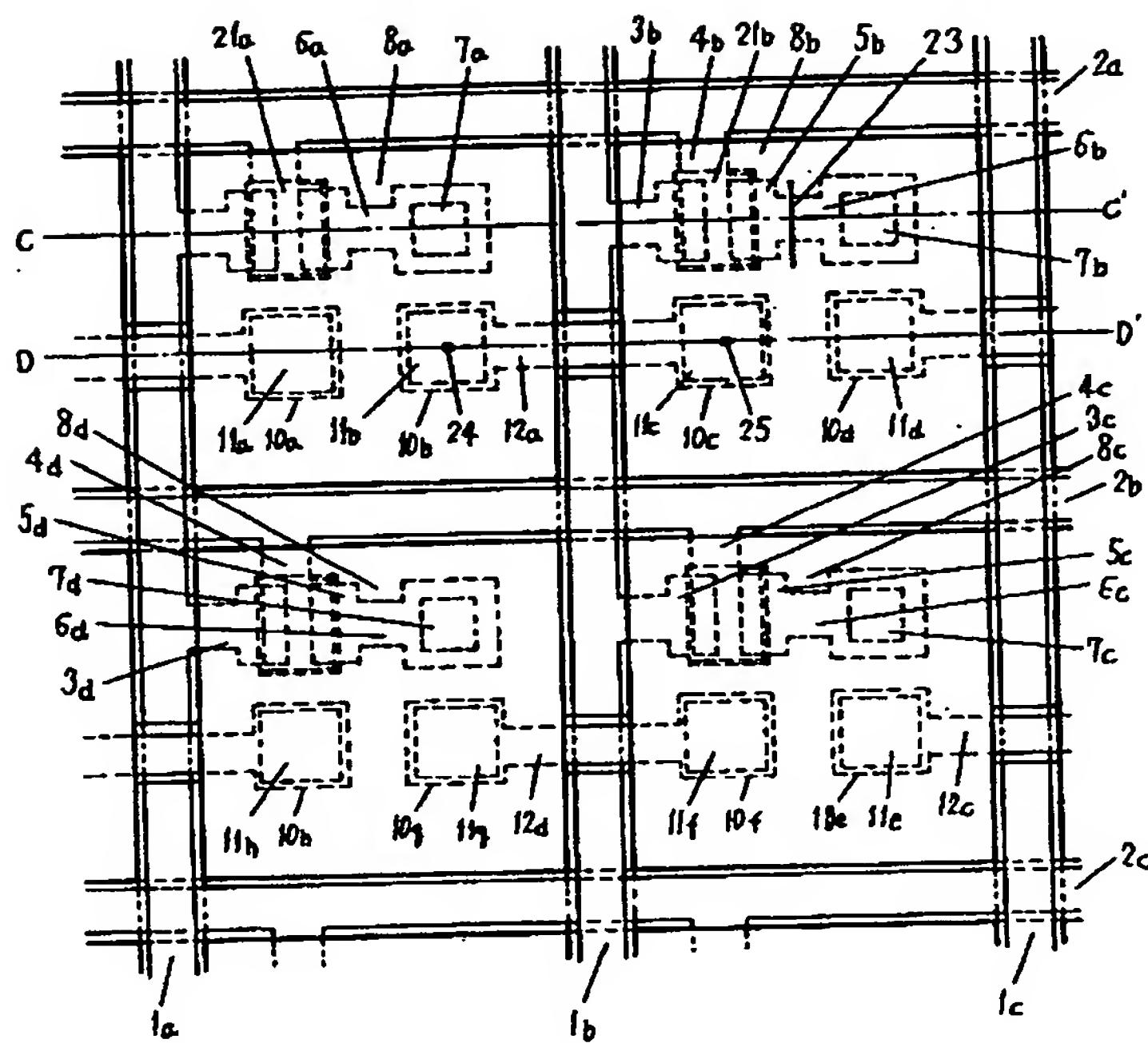
第6図



## 特開平2-55338 (8)

第5図

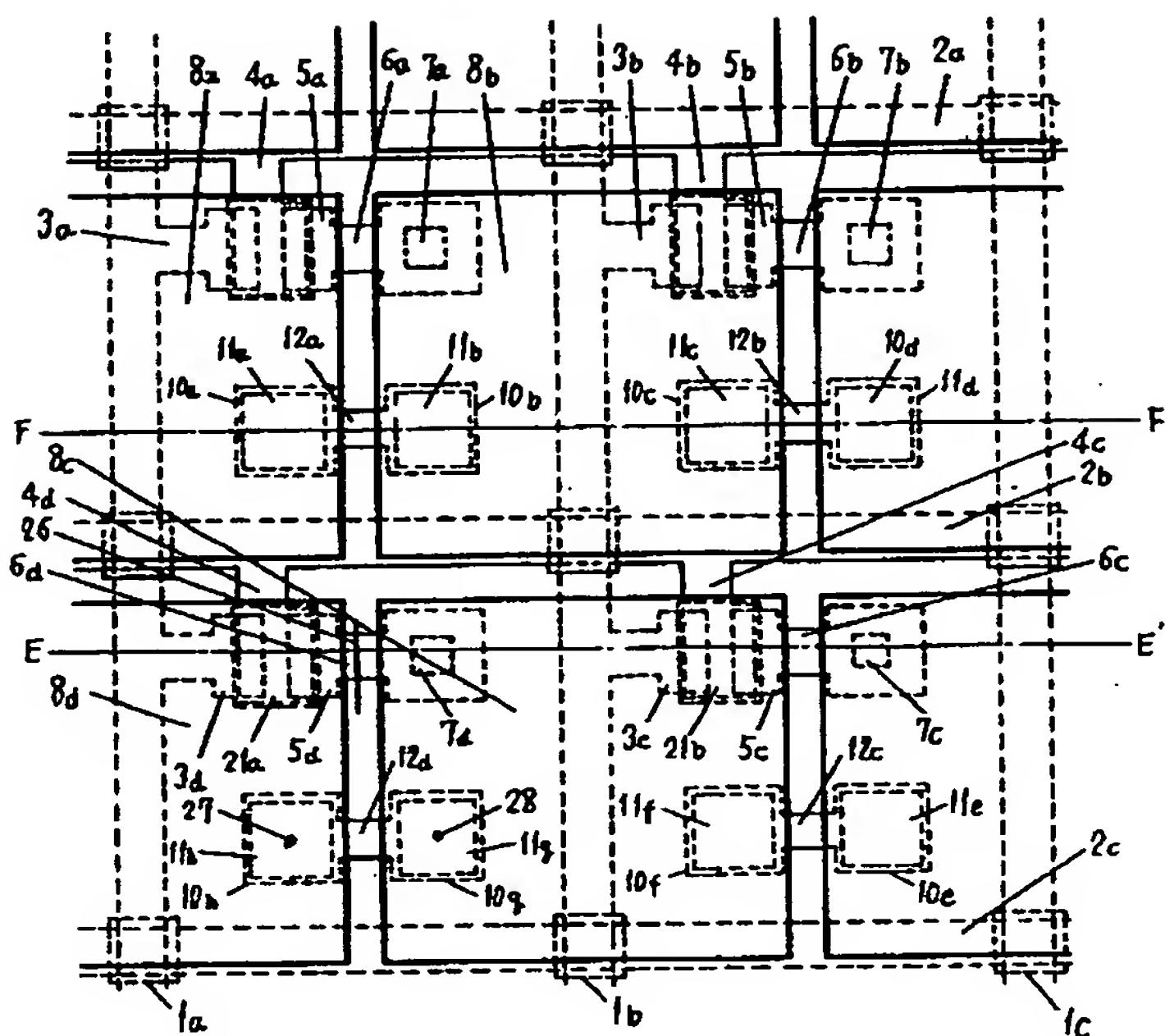
23~25—駆動位置



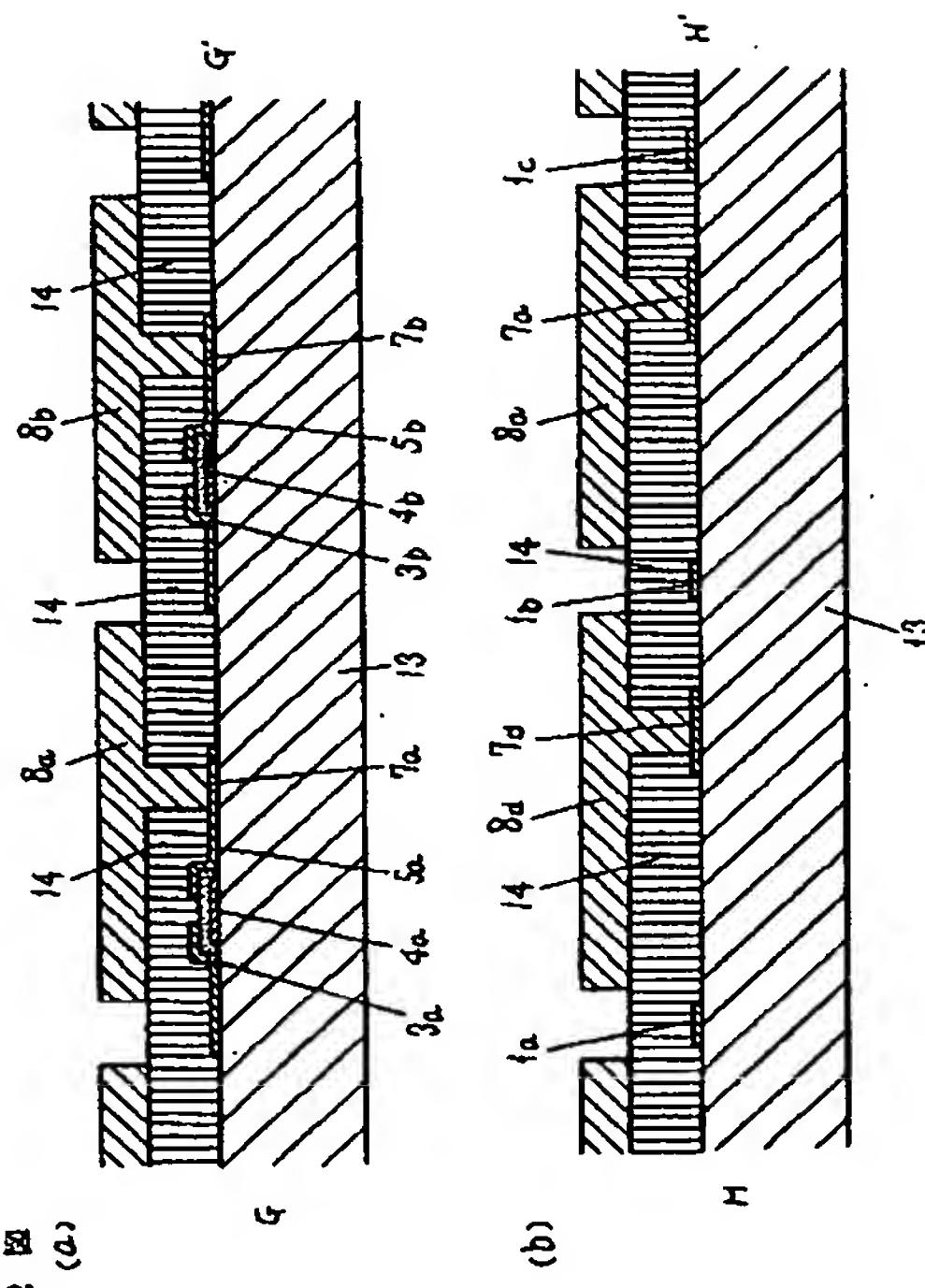
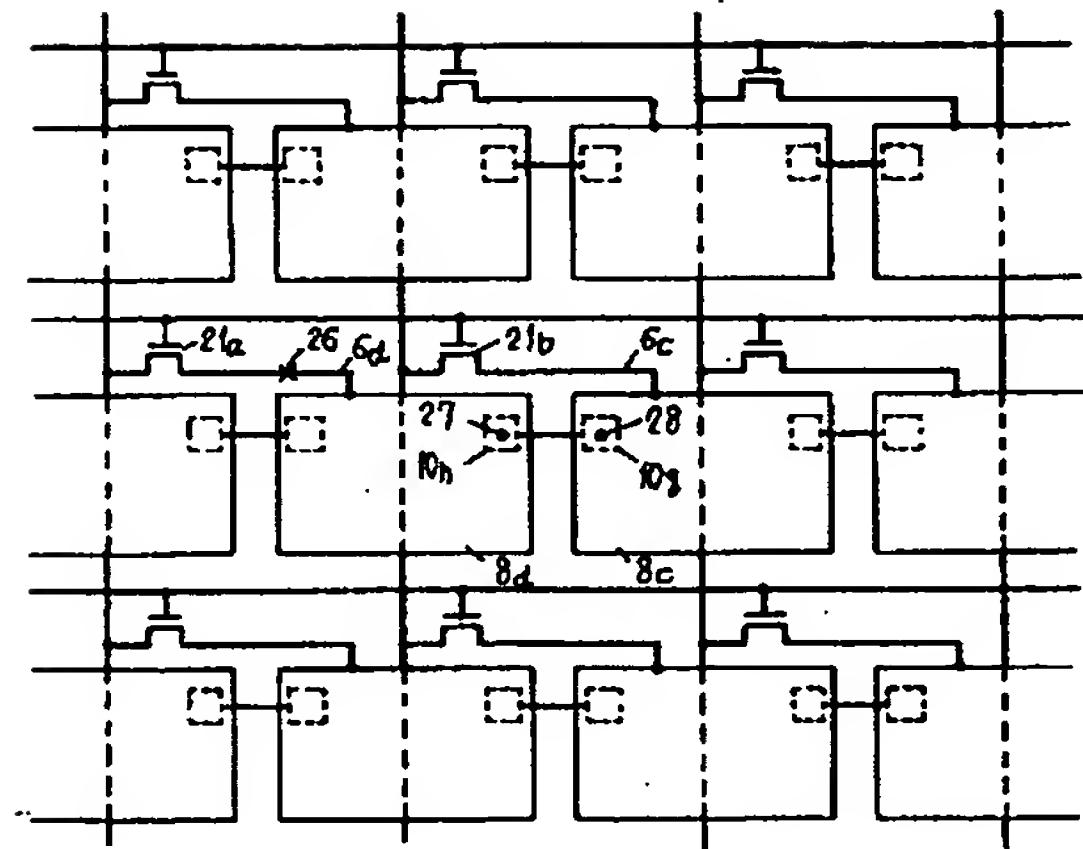
特開平2-55338(9)

第 8 四

第26—周期位置



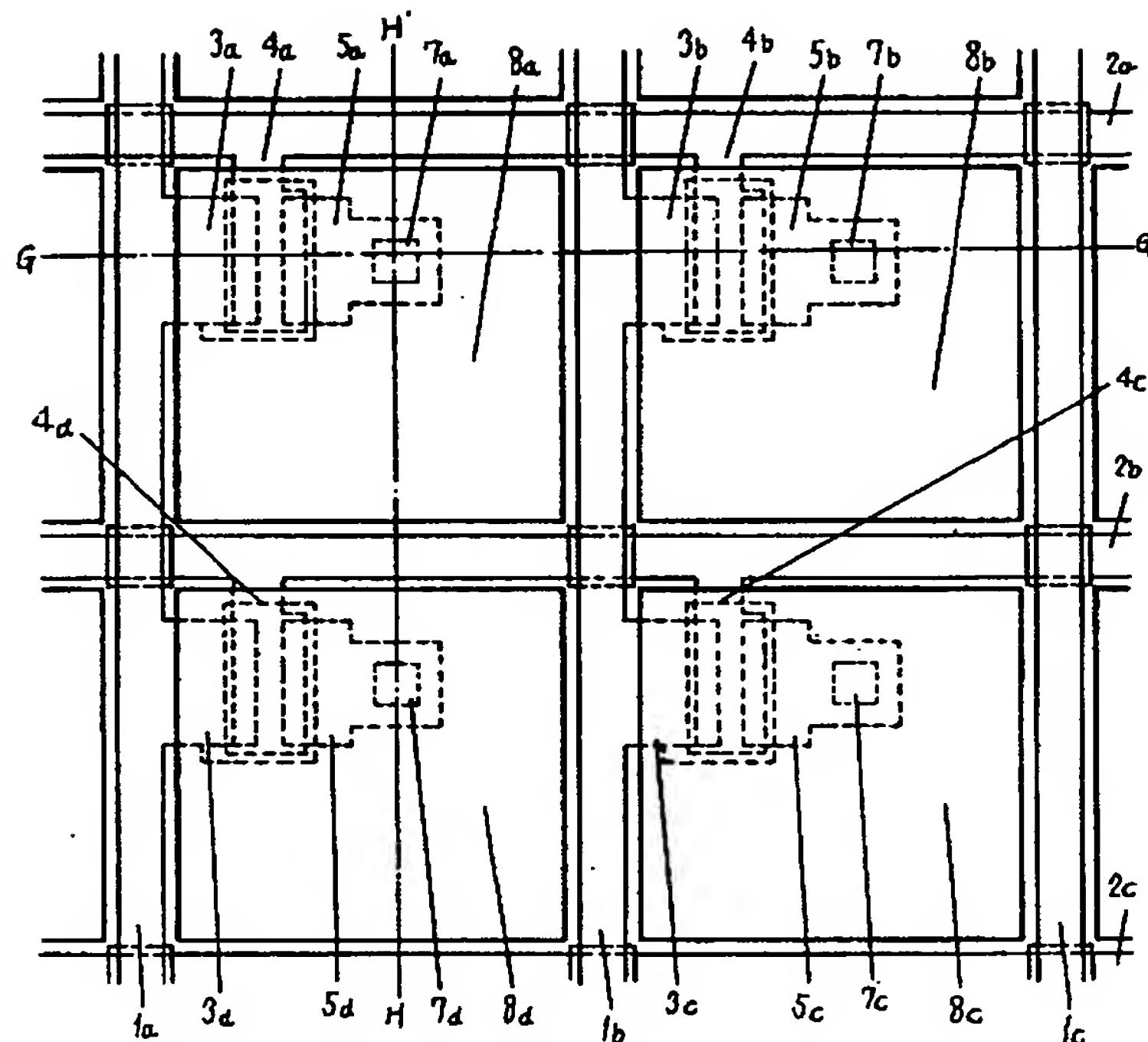
第 10 図



第12回

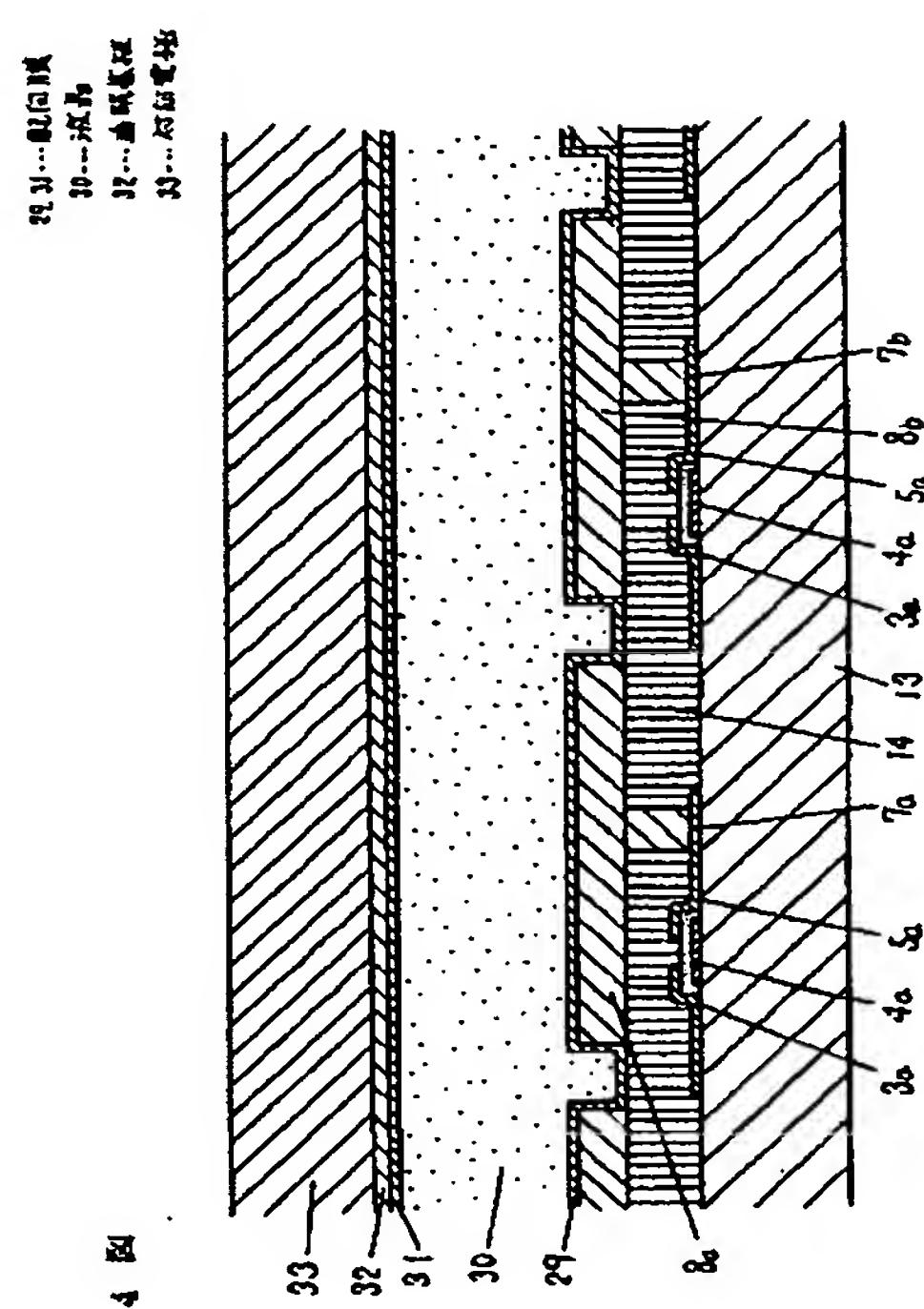
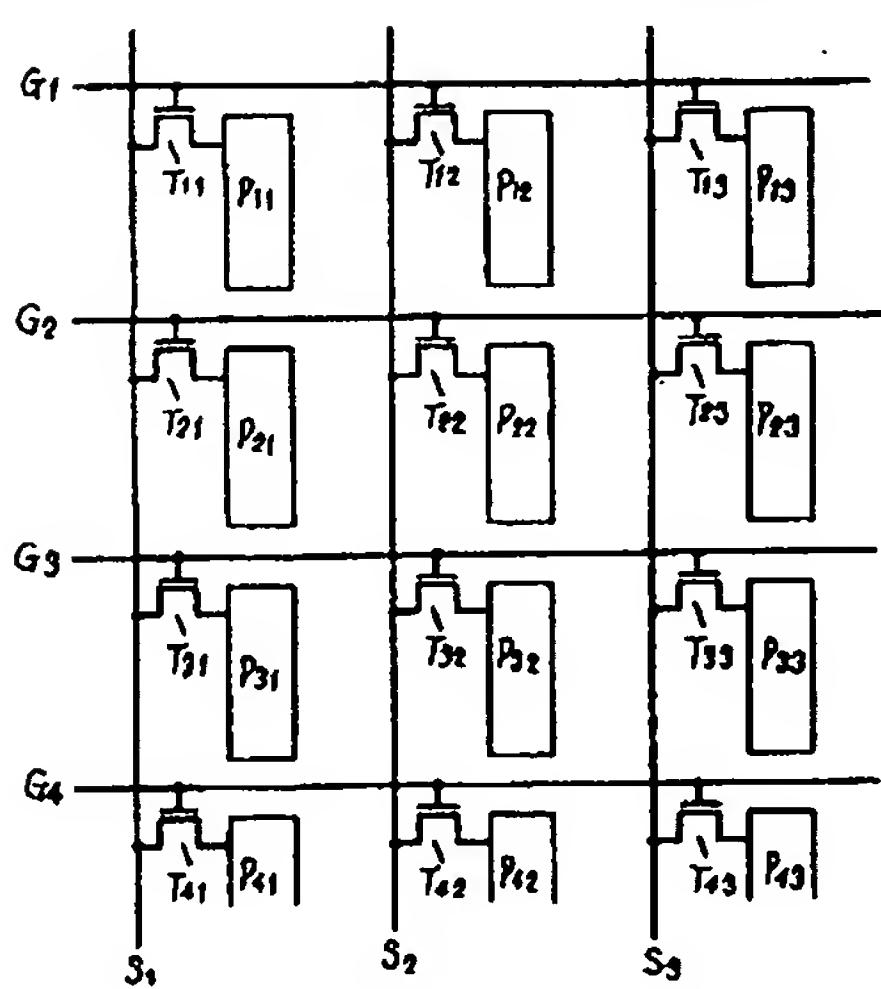
特開平2-55338 (10)

第11図



第13図

$G_1 \sim G_4$  ... ゲート信号線  
 $S_1 \sim S_3$  ... ノズル信号線  
 $T_{11} \sim T_{43}$  ... TFT  
 $P_{11} \sim P_{43}$  ... 反転電極



第14図

(19) Japan Patent Office (JP)  
(12) Publication of Patent Application  
(11) Publication Number of Patent Application: JP-A-2-55338  
(43) Date of Publication of Application: February 23, 1990  
(51) Int. Cl.<sup>5</sup> Identification Number  
G02F 1/136 500  
G09F 9/30 338  
H01L 29/784

Intraoffice Reference Number

7370-2H

8838-5C

8624-5F H01L 29/78 311A

Request for Examination: not made

Number of Claims: 5 (10 pages in total)

(21) Application Number Sho-63-207622

(22) Application Date: August 22, 1988

(71) Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

1006, Oaza Kadoma, Kadoma-shi, Osaka

(72) Inventor: TAKAHARA Hiroshi

c/o MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

1006, Oaza Kadoma, Kadoma-shi, Osaka

(74) Agent: Patent Attorney, AWANO Shigetaka (other 1)

(54) Title of the Invention

REFLECTION TYPE ACTIVE MATRIX ARRAY

Specification

1. Title of the Invention

REFLECTION TYPE ACTIVE MATRIX ARRAY

2. Claims

[Claim 1] A reflection type active matrix array, comprising: a first connection electrode formed of conductive material on the lower layer of a first reflection electrode; a second connection electrode formed of conductive material on the lower layer of a second reflection electrode in the vicinity of the first reflection electrode; and wiring electrically connecting the first connection electrode and the second connection electrode to each other, wherein the connection electrodes and the wiring are put in the state of being electrically insulated from the reflection electrodes.

[Claim 2] The reflection type active matrix array according to claim 1, wherein a metal thin film, which is made of metal material having a boiling point or a melting point different from that of the material forming the connection electrodes, is formed on the first and second connection electrodes.

[Claim 3] The reflection type active matrix array according to claim 1, wherein a gate signal line or a source

signal line of an active matrix array is not formed between the first connection electrode and the second connection electrode.

[Claim 4] The reflection type active matrix array according to claim 1, wherein a switching element for applying a signal to the reflection electrodes is a two-terminal element or a three-terminal element, and includes a disconnecting region for cutting at least one terminal of the terminals which the element has from the signal line for applying a signal to the reflection electrodes or the switching element.

[Claim 5] The reflection type active matrix array according to claim 4, wherein the reflection electrode is not formed on at least one disconnecting region.

### 3. Detailed Description of the Invention

#### Industrial Field of Application

This invention relates to a reflection type active matrix array used in an active matrix type liquid crystal display device.

#### Prior Art

In recent years, with an increase in number of pixels of the liquid crystal display device, the number of scanning lines has been increased, resulting in lowering of display contrast and response speed in the passive matrix liquid crystal display device used heretofore. Therefore, an active matrix

type liquid crystal display device, in which a switching element is disposed in each pixel, has been utilized. As the active matrix type liquid crystal display devices, cited are two kinds of devices: a transmission type in which display is performed by transmission of light and a reflection type in which display is performed by reflection. A transmission type active matrix array is used in the transmission type active matrix liquid crystal display device, and a reflection type active matrix array is used in the reflection type active matrix liquid crystal display device. In the active matrix array, however, it is necessary to form tens of thousands or more of pixel driving switching elements such as thin film transistors (hereinafter referred to as TFT) on one substrate. Therefore, it is difficult to form all of TFT free of defect. So it has been expected to repair the manufactured active matrix array and improve the yield.

The defect of the TFT will now be described. The description is made on supposition that a drain terminal of the TFT is connected to a reflection electrode. As the defects of the TFT, cited are three kinds. The first is a source to gate short-circuit defect of the TFT, resulting in entering a display mode called a line defect as display. The second is a gate to drain short-circuit defect of the TFT, resulting in a pixel defect called a dark defect as display. The last is a source to drain short-circuit defect of the TFT, resulting

in a pixel defect called an illuminated defect of the TFT as display. Since the above defects deteriorate the display quality of the liquid crystal display device, it is necessary to perform repairing.

The conventional reflection type active matrix array will now be described. Fig. 11 is a plan view of the conventional reflection type active matrix array. Fig. 12(a) is a sectional view taken along line GG' of Fig. 11, and Fig. 12(b) is a sectional view taken along line H H' of Fig. 11. In the Fig. 11 and Figs. 12 (a), (b), the reference numerals 1a to 1c are source signal lines, 2a to 2c are gate signal lines, 3a to 3d are source terminals of TFTs, 4a to 4d are gate terminals of the TFTs, 5a to 5d are drain terminals of the TFTs, 7a to 7d are contact holes for connecting a reflection electrode and a drain terminal, 8a to 8d are reflection electrodes, 11 is an insulating substrate, and 12 is an insulator film. In this case, in the drawing of the reflection type active matrix array, there are enlarged or reduced parts. It is assumed that the surface where the reflection electrode is formed is called a display, and the insulating substrate is called the back. The above assumption is the same as that in the following drawings.

In the conventional reflection type active matrix array, the TFT is constructed by the source terminal connected to the source signal line, the gate terminal connected to the gate signal line and the drain terminal, and the drain terminal is

connected to the reflection electrode through the contact hole. The TFT is controlled according to a signal applied to the gate signal line and the source signal line, and applies predetermined voltage to the reflection electrode. Fig. 13 is an equivalent circuit diagram of the conventional reflection type active matrix array. In Fig. 13, the reference numerals G<sub>1</sub> to G<sub>4</sub> are gate signal lines, S<sub>1</sub> to S<sub>3</sub> are source signal lines, T<sub>11</sub> to T<sub>42</sub> are TFTs, and P<sub>11</sub> to P<sub>43</sub> are reflection electrodes. Fig. 14 is a sectional view of a liquid crystal display device, which is assembled after an opposite electrode substrate and the like are mounted on the reflection type active matrix array. In Fig. 14, the reference numeral 29 is an alignment layer formed on the surface of the reflection electrode, 30 is liquid crystal, 33 is a transparent substrate such as glass, 32 is a transparent electrode formed of ITO on the transparent substrate 33, and the reference numeral 31 is an alignment layer formed on the transparent electrode 32. As to the operation, the liquid crystal 30 changes depending on the voltage applied to the reflection electrode. The light entering from the glass substrate 33 is polarized by the liquid crystal 30, and reflected by the reflection electrode. An image is projected by the reflected light.

The repair method for the conventional active matrix array will now be described. When a defect occurs in the TFT, taken is a method for making it a hardly noticeable dark defect. As

the repair method, laser is applied to the TFT, thereby breaking the TFT.

#### Problems that the Invention is to Solve

In the conventional active matrix array and the repair method for it, however, all we can do is to make the line defect and the illuminated defect the dark defect. Naturally the dark defect is the defect, which remarkably deteriorates the display quality. Since the whole TFT is broken, there is very high risk that the constitutive material of the TFT is peeled by laser or the like to cause short-circuit with the reflection electrode of the upper layer. When the above short-circuit occurs, line defect is caused in most cases, so there is no redress for the array. In some irradiation state of laser, only the gate of the TFT is disconnected to enter the floating state, mostly resulting in that the TFT writes an abnormal signal to the reflection electrode to get worse than before irradiation of laser. Therefore, in the present circumstances, the conventional reflection type active matrix array has been hardly repaired. So the yield is very bad, and the cost becomes high, and when the number of pixels amounts to tens of thousands or more, probably it is impossible to manufacture all of TFTs on one array free from defect.

This invention has been made in the light of the above problems and provides a reflection type active matrix array, which may be repaired so that visually it looks to be completely

free from defect when an image is displayed.

#### Means for Solving the Problem

In order to solve the problem, the reflection type active matrix array of this invention includes: a first connection electrode formed of conductive material on the lower layer of a first reflection electrode; a second connection electrode formed of conductive material on the lower layer of a second reflection electrode in the vicinity of the first reflection electrode; and wiring electrically connecting the first connection electrode and the second connection electrode to each other, wherein the connection electrodes and the wiring are put in the state of being electrically insulated from the reflection electrodes.

#### Operation

When defect occurs in a switching element of the reflection type active matrix array of the invention, first the switching element and the first reflection electrode are separated from each other not to apply voltage to the first reflection electrode where the switching element is driven. Subsequently, laser is applied to the first connection electrode, which is formed on the lower layer of the separated first reflection electrode, from the back of the active matrix array, thereby connecting the first connection electrode and the first reflection electrode of the upper layer to each other. Laser is applied to the second connection electrode formed on the lower layer

of the second reflection electrode adjacent to the first reflection electrode from the back of the active matrix array, thereby connecting the second connection electrode and the second reflection electrode of the upper layer. Whereupon, voltage is applied to the first reflection electrode by the switching element for driving the second reflection electrode. That is, one switching element causes the pixels located on the two reflection electrodes to perform the same display, but in the case of animation of a television image, the pixels are almost the same color and luminance as those of the adjacent pixels so that visually it looks to be normal lighting. Since normally the driving capability of the switching element is designed to be rather larger, one switching element can sufficiently drive even two reflection electrodes.

#### Embodiments

One embodiment of a reflection type active matrix array according to the invention will now be described with reference to the drawings.

Fig. 1 is a plan view of the reflection type active matrix array according to the invention, seen from the surface thereof. Fig. 2(a) is a sectional view taken along line A A' of Fig. 1, and Fig. 2(b) is a sectional view taken along line B B' of Fig. 1. In Fig. 1 and Figs. 2(a) and (b), the reference numeral 13 is an insulating substrate such as glass, 1a to 1c are source signal lines, 2a to 2b are source signal lines, 3a to 3d are

source terminals of TFTs, 4a to 4d are gate terminals of the TFTs, 5a to 5d are drain terminals of the TFTs, 6a to 6d are wiring (hereinafter referred to as reflection electrode wiring) connecting the drain terminals of the TFTs and the reflection electrodes, 7a to 7d are contact holes, 8a to 8d are reflection electrodes, 10a to 10d are electrodes (hereinafter referred to as connection electrodes) formed on the lower layers of the adjacent reflection electrodes, 11a to 11h are metal thin films formed of metal material on the connection electrodes, 12a to 12d are wiring (hereinafter referred to as connection wiring) electrically connecting the connection electrodes, and 14 is an insulator film formed of SiNx or the like.

As clear in Fig. 1 and Figs. 1(a) and (b), the drain terminals of the TFTs are connected to the reflection electrodes by reflection electrode elements. Two connection electrodes are formed on the lower layer of each reflection electrode. The connection electrodes are formed of a metal thin film such as Ti, Al, or Cr, and the film thickness thereof should be 500 angstrom or more, preferably 2000 angstrom or more. On the connection electrode, a thin metal film is formed of metal different from that of the connection electrode. As the metal thin film material, Al or the like is preferable, and the film thickness thereof is preferably 1000 angstrom or more. A recess part is formed in each terminal of the TFT. The recess part is provided for improving disconnecting performance of

machining means, and when the machining means uses laser, preferably the recessed part is formed narrower than the beam diameter. Since the wiring connecting the connection electrodes intersects the source signal lines, an insulating thin film 15 is formed to keep electric insulation from the source signal lines.

As a method of manufacturing the reflection type active matrix array of the invention, the gate terminal and the connection electrode of the TFT are formed on the insulating substrate 13, and subsequently the metal thin film or the like is formed. After that, the insulator film 14 such as SiNx is formed. Subsequently, boring for the contact hole is performed, and then a thin film mainly composed of Al is formed in order to form the reflection electrode. Lastly the reflection electrode is separated from the adjacent pixel by etching to complete the active matrix array.

Fig. 3 is an equivalent circuit diagram of a reflection type active matrix array according to a first embodiment of the invention. In Fig. 3, the reference numeral 16 is a source signal line, 17 is a gate signal line, 18 is a connection wiring, 19 is a reflection electrode, 20 is a connection electrode, and 21 is a TFT.

Each TFT 21 is connected to the reflection electrode 19, and connected to the connection electrodes formed in the lower layer of the reflection electrode adjacent to the lower side

of the above reflection electrode.

Although the reflection electrode wiring is formed, this may be considered to include the drain terminal of the TFT.

A repair method for the reflection type active matrix array of the invention will now be described. First, Fig. 4 is a sectional view taken along line B B' of Fig. 1. In Fig. 4, the reference numeral 19 is a locus of laser light (hereinafter referred to as a light beam), which is obtained by focusing laser light of YAG laser or light from a light source such as a xenon lamp. In order to repair the reflection type active matrix array of the invention, a light beam generated by machining means (not shown) is transmitted through the insulating substrate 13, and a constitutive material at a machining position is heated. Fig. 5 shows a plan view of the reflection type active matrix. In Fig. 5, the reference numerals 23, 24 and 25 are irradiation positions of the light beam (hereinafter referred to as irradiation position), and 21a and 21b are TFTs. Fig. 5 shows the condition where repairing is performed when source to drain short-circuit defect (hereinafter referred to as illuminated defect) or gate to drain short-circuit (hereinafter referred to as dark defect) occurs in the TFT 21b.

First, the reflection electrode wiring 5b is disconnected at the irradiation position 23 not to apply voltage from the TFT 21b where defect occurs to the reflection electrode 8b.

In thus disconnecting, the power of the light beam is lowered to the utmost and applied separately to the same portion two or more times so that short-circuit is not caused in the reflection electrode 8b formed on the upper layer. In the case of using laser for the machining means, preferably it has a wavelength hardly absorbed in the constitutive material of the reflection electrode wiring, and YAG laser or the like is optimum. As to the number of pulses, it is good that two or more laser pulses are applied to the irradiation position to thereby disconnect, and preferably the laser power is adjusted to apply five or more laser pulses for disconnection.

Subsequently, the laser beam is applied to the irradiation positions 24 and 25, thereby connecting the connection electrode 10b and the reflection electrode 8a formed on the upper layer to each other and the connection electrode 10c and the reflection electrode 8b formed on the upper layer to each other. In the case of using laser for the above machining, preferably it has a wavelength to be easily absorbed in the constitutive material of the connection electrode, and a second high frequency of the YAG laser or the like is optimum. As to the laser power, when the energy per pulse is increased to decrease the number of pulses to the utmost, connection can be favorably achieved. Although the YAG laser with a wavelength of 1.06  $\mu\text{m}$  may be used, it will be sufficient in that case to apply laser power, which approximately doubles the laser pulse applied to the irradiation

position 23. First the laser beam is applied to the connection electrode 10a. Whereupon, the metal constituting the connection electrode is molten or evaporated, and further the laser beam heats even the metal thin film of the upper layer.

In that case, since the connection electrode and the metal thin film are different in the melting point of the constitutive material, while the constitutive material of one of them is still in the ablation state, the other breaks the insulator film 14 to strike against the reflection electrode of the upper layer so that connection is favorably performed.

That is, in machining the irradiation position 23, weak laser power is irradiated two or more times so that the constitutive material of the above position is not evaporated to the utmost, and in machining the irradiation positions 24 and 25, strong laser power is irradiated to evaporate the constitutive material, so the reflection electrode is put in the connecting state by peeling of the connection electrode and the metal thin film.

Figs. 7(a) and (b) are sectional views of a reflection type active matrix when repairing is ended. Fig. 7(a) is a sectional view taken along line C C' of Fig. 5, and Fig. 7(b) is a sectional view taken along line D D' of Fig. 5. As clear in Figs. 7(a) and (b), the machining position 23 is electrically disconnected, and at the irradiation positions 24 and 25, the insulator film 14 is broken to make connection to the reflection

electrodes 8a and 8c of the upper layer.

Although the irradiation position 23 is machined and then the irradiation positions 24 and 25 are machined, needless to say, the order of the processes may be reversed. In the case where the gate to source short-circuit defect (hereinafter referred to as line defect) occurs in the TFT 21b, the source terminal 3b and the gate terminal 4b or the drain terminal 5b of the TFT 21b are disconnected.

The above repair method is the same as that in the following reflection type active matrix array in accordance with the invention.

A second embodiment of a reflection type active matrix array according to the invention will now be described. Fig. 8 is a plan view of a reflection type active matrix array according to the second embodiment of the invention. In Fig. 8, the reference numerals 26, 27 and 28 are machining positions. Fig. 9(a) is a sectional view taken along line E E' of Fig. 8, and Fig. 9(b) is a sectional view taken along line F F' of Fig. 8. In the second embodiment, a reflection electrode is not formed on a reflection electrode wiring and an upper layer of a gate terminal of a TFT. Therefore, in applying a laser beam to the machining position 26 or the gate terminal to thereby perform disconnection, even if a pin hole or the like is caused in an insulator film 14 of the cutting part, or even if the laser power is wrongly adjusted, there is no risk that the

terminal or the wiring causes short-circuit with the reflection electrode of the upper layer. Accordingly, the accuracy is not required in adjusting the laser power, and in repairing the array, the problem of causing defectives is prevented. Moreover, in the second embodiment, the array is constructed not to form a region where the connection wiring and the source signal wiring intersect each other. Thus, not encountered is the problem in the first embodiment, wherein a pinhole is caused in the insulating thin film 15 formed on the source signal line, and the connection wiring and the source signal line short-circuit through the pinhole, and further the advantage is that the process of forming the insulating thin film 15 is not needed. Fig. 10 is an equivalent circuit diagram of the reflection type active matrix array according to the second embodiment of the invention.

Although the connection electrode is formed of metal material, this is not restrictive, but amorphous silicon having good absorption of laser light, for example, may be used.

Although the connection wiring puts the connection electrode formed on the lower layer of the adjacent reflection electrode in the connecting state, this is not restrictive, but apparently it may connect the connection electrodes to each other, which are formed on the lower layer of the reflection electrode in the vicinity.

Although the switching element is the TFT in the

embodiments of the invention, this is not restrictive, but it may be a two-terminal element such as a diode.

Although the insulating thin film 15 is formed on the source signal line to form the connection wiring in the first embodiment, this is not restrictive, but it goes without saying that the insulating thin film 15 is formed on the gate signal line to form the connection wiring.

#### Advantage of the Invention

According to the invention, in the reflection type active matrix array, one or more terminals of the terminals of the switching element may be disconnected, and the connection electrode and the connection wiring are formed on the lower layer of each reflection electrode. Therefore, in the repair method for the reflection type active matrix array of the invention, first the terminal of the defective switching element is disconnected, thereby preventing the switching element from applying a signal to the reflection electrode. Subsequently, a laser beam or the like is applied to the connection electrode formed on the lower layer of the reflection electrode and the connection electrode formed on the lower layer of the adjacent reflection electrode, thereby connecting the connection electrode and the reflection electrode to each other. By the above method, the reflection electrode to which the defective switching element is connected is normally driven by the switching element adjacent thereto. According to the above

reflection type active matrix array and the repairing method for it, defects of almost all of the switching elements can be redressed so that the yield of the array is raised close to 100%. Therefore, the manufacturing cost of the reflection type active matrix array can be remarkably reduced. This becomes immeasurable as the number of pixels formed on one array increases, which produces a large effect that even an array having hundreds of thousands of pixels, which has not been manufactured as non-defective heretofore, can be easily manufactured.

#### 4. Brief Description of the Drawings

Figs. 1 and 5 are plan views of a reflection type active matrix array according to a first embodiment of the invention,

Figs. 2(a) and (b) and Fig. 4 are sectional views of Fig. 1,

Figs. 3 and 6 are equivalent circuit diagrams of the reflection type active matrix array according to the first embodiment of the invention,

Figs. 7(a) and (b) are sectional views of Fig. 5,

Fig. 8 is a plan view of a reflection type active matrix array according to a second embodiment of the invention,

Figs. 9(a) and (b) are sectional views of Fig. 8,

Fig. 10 is an equivalent circuit of a reflection type active matrix array according to a second embodiment of the invention,

Fig. 11 is a plan view of the conventional reflection type active matrix array,

Figs. 12 (a) and (b) are sectional views of Fig. 11,

Fig. 13 is an equivalent circuit diagram of the conventional reflection type active matrix array, and

Fig. 14 is a sectional view of a liquid crystal display device.

- 1a to 1c source signal line
- 2a to 2c gate signal line
- 3a to 3d source terminal
- 4a to 4d gate terminal
- 5a to 5d drain terminal
- 6a to 6d reflection electrode wiring
- 7a to 7d contact hole
- 8a to 8f reflection electrode
- 9a to 9d connection wiring
- 10a to 10h connection electrode
- 11a to 11h metal thin film
- 12a to 12d connection wiring
- 13 insulating substrate
- 14 insulator film
- 15 insulating thin film
- 16 source signal line
- 17 gate signal line

18 connection wiring  
19 reflection electrode  
20 connection electrode  
21, 21a, 21b TFT  
22 locus of laser light  
23, 24, 25, 26, 27, 28 irradiation position  
G<sub>1</sub> to G<sub>4</sub> gate signal line  
S<sub>1</sub> to S<sub>3</sub> source signal line  
T<sub>11</sub> to T<sub>43</sub> TFT  
P<sub>11</sub> to P<sub>43</sub> reflection electrode  
29, 31 alignment layer  
30 liquid crystal  
33 transparent substrate  
32 opposite electrode

[FIGURE 1]

1<sub>a</sub> to 1<sub>c</sub> : source signal line 2<sub>a</sub> to 2<sub>c</sub> : gate signal line 3<sub>a</sub> to 3<sub>d</sub> : source terminal 4<sub>a</sub> to 4<sub>d</sub> : gate terminal 5<sub>a</sub> to 5<sub>d</sub> : drain terminal 6<sub>a</sub> to 6<sub>d</sub> : reflection electrode wiring 7<sub>a</sub> to 7<sub>d</sub> : contact hole 8<sub>a</sub> to 8<sub>d</sub> : reflection electrode 10<sub>a</sub> to 10<sub>h</sub> : connection electrode 11<sub>a</sub> to 11<sub>h</sub> : metal thin film 12<sub>a</sub> to 12<sub>d</sub> : connection wiring

[FIGURE 2]

13: insulating substrate 14: insulator film 15: insulating thin film

[FIGURE 3]

16: source signal line 17: gate signal line 18: connection wiring 19: reflection electrode 20: connection electrode 21: TFT

[FIGURE 4]

22: locus of laser light

[FIGURE 5]

23 to 25: irradiation position

[FIGURE 6]

21a, 21b: TFT

[FIGURE 8]

26 to 28: irradiation position

[FIGURE 13]

G<sub>1</sub> to G<sub>4</sub> : gate signal line S<sub>1</sub> to S<sub>3</sub> : source signal line T<sub>11</sub> to T<sub>43</sub> : TFT P<sub>11</sub> to P<sub>43</sub> : reflection electrode

[FIGURE 14]

29, 31: alignment layer 30: liquid crystal 32: transparent substrate 33: opposite electrode